

ГІДРАВЛІЧНИЙ ОПІР РІЗАЛЬНОГО ВУЗЛА ВОВЧКІВ

Досліджено вплив конструктивного виконання різального вузла вовчків на гідравлічний опір рухові м'ясної сировини крізь нього. Отримані результати дозволяють прогнозувати необхідну потужність фаршевого насоса, який подає сировину до РВ вовчка. При виборі типу фаршевого насоса вовчка необхідно віддавати перевагу тому, в якому буде забезпечено найменшу відстань від нагнітального елемента до різального вузла. Це дозволить зменшити енерговитрати та покращити якість продукту.

Ключові слова: вовчок, решітки, зусилля, м'ясна сировина.

OLEXANDR IVANOVYCH NEKOZ

National university of food technologies

VASILIIY IVANOVYCH OSIPENKO, NADYA VICTORIVNA FILIMONOVA,

OLEXANDR VICTOROVICH BATRACHENKO

Cherkassy state technological university

HYDRAULIC RESISTANCE OF THE CUTTING NODE OF MEAT GRINDERS

Abstract - Influence of constructive execution of the cutting node of meat grinders on its hydraulic resistance to movement of meat raw materials is probed. It is set that dependence of pressure on thickness of a perforated plate has exponential character. Existence of distances between separate packets of perforated plates leads to increase of the general pressure. Long distances are responded by more essential pressure increment. In the presence of distances between perforated plates values of the relative deformation of raw materials in case of which breakdown process begins increase. In case of increase in thickness of a layer of raw materials pressure significantly increases and along with it the relative deformation of raw materials in case of which breakdown process begins increases. Fall forward of breakdown has essential impact on value of pressure which value significantly increases. The received results allow to predict the necessary power of the farshevy pump which gives raw materials to the cutting node of meat grinders. In case of a type selection of the farshevy pump of the meat grinder it is necessary to prefer as in what the smallest distance from a forcing element to the cutting node will be provided. It will allow to reduce energy consumption and to improve quality of a product.

Keywords: meat grinder, grids, efforts, meat raw materials.

Постановка проблеми

Виготовлення ковбасних виробів передбачає подрібнення м'ясної сировини, попередній (або кінцевий відповідно до прийнятої технології) етап якого здійснюється за допомогою вовчків. Цей вид технологічного обладнання набув широкого застосування і відрізняється простотою конструкції та надійністю роботи. Процеси, що супроводжують роботу вовчків, досліджувались багатьма вченими на протязі тривалого часу. Однак, нещодавно були виявлені нові відомості про роботу подавального та різального механізмів вовчків. Встановлено [1], що робочий шнек вовчка в кожний момент часу подає сировину не по всій площі решітки різального вузла, а лише в межах певного сектору, який відрховується від кінця витка шнеку. Це призводить до того, що фактична продуктивність вовчка щонайменше удвічі менша за максимальну теоретично можливу. Виявлений ефект робить актуальними подальші пошуки шляхів підвищення питомої продуктивності вовчків.

Зазначене підвищення продуктивності можливе лише у разі такої зміни схеми подачі сировини до різального вузла, при якій сировина буде подаватись одночасно по всій робочій площі решітки. На даний час відомо низку конструкцій вовчків [2, 3 та ін.], в яких застосовується інший, відмінний від одношнекового, тип фаршевого насоса. Це дозволяє, як підвищити тиск нагнітання сировини, так і забезпечити більш повне заповнення решіток різального вузла (РВ) в кожний момент часу. Але для обґрунтування найбільш доцільного способу подачі сировини до РВ та для оптимізації його режимів необхідне якомога більш повне уявлення про реологічні властивості м'ясної сировини та про величини гідравлічного опору РВ вовчків. Незважаючи на численні дослідження гідравлічного опору (ГО) РВ вовчків, на даний час відсутні вичерпні відомості з даного проблемного питання.

Аналіз останніх джерел

Величина ГО РВ вовчків досліджена А. І. Пелеєвим [4]. Визначався середній та максимальний тиск витікання м'яса при різних швидкостях витікання (0,07÷0,4м/с), сировина – шматкове м'ясо після обвалювання, жилювання та сортування. При однократному продавлюванні тиск витікання яловичого м'яса дорівнює:

$$P = 1,256 \cdot 10^5 \cdot d^{-0,84} \cdot v^{0,3} \text{ Н/м}^2, \quad (1)$$

де d – діаметр отворів решітки, мм; v – швидкість витікання м'яса, м/с.

В роботі [5] наведено аналогічні результати досліджень. Автором [6] при дослідженні ГО решіток продавлюванню яловичини (м'ясо довгого спинного м'ясу) отримано наступну залежність:

$$P = \frac{4t_{zp}}{d} j, \quad (2)$$

де t_{zp} - питоме напруження зрізу; ϕ – коефіцієнт перфорації решітки.

Встановлено, що значення максимального ГО залежно від діаметру отворів та швидкості витікання сировини, лежить в межах 0,4÷2,8 МПа.

В роботі [7] наведено наступні для визначення ГО решіток РВ вовчків (значення максимального ГО лежить в межах 0,18÷1,41 МПа). Схожі результати наведені і в роботі [8]. Згідно даних роботи [9], при продавлюванні свинини, залежно від її температури та діаметру отворів решітки, ГО сягає 0,15÷0,45 МПа. При продавлюванні індичини в аналогічних умовах ГО сягає 0,3÷0,6 МПа.

Недоліком результатів усіх зазначених досліджень є те відсутність роздільного врахування впливу таких складових ГО, як лобовий опір перемичок поміж отворами решітки та опір при руху сировини всередині отворів. Це обумовлено тим, що згідно методик описаних вище досліджень, зміна ГО решіток проводилась шляхом заміни решіток на ті, які мали отвори іншого діаметру. Але при цьому змінюються одночасно обидва вказані чинники, що не дозволяє належним чином інтерпретувати отримані результати досліджень.

В роботі [10] зміна ГО решіток проводилась шляхом зміни товщини пакету решіток при незмінному діаметру отворів, що дозволяє отримати більш точну залежність ГО отворів від їх довжини. Але в даній роботі проводились дослідження решіток з отворами лише одного типорозміру, причому варіювання швидкістю продавлювання сировини та її видами відсутнє, також відсутнє визначення відносної деформації сировини.

Всім же відомим дослідженням властивий той недолік, що не враховувалась відстань поміж окремими решітками на товщину ножа вовчка. Тоді, як відомо, що РВ вовчків може містити 2 ножі, які розташовані поміж трьома решітками, ножі мають товщину, яка більша за товщину решіток, що зумовлює значну товщину шару м'ясної сировини поміж окремими решітками. Це дозволяє очікувати суттєвий вплив даних проміжків між решітками на величини ГО РВ та відносної деформації сировини при її продавлюванні крізь такий РВ. Без врахування таких конструктивних особливостей РВ складно прогнозувати вплив конструктивного виконання РВ на величину енерговитрат при подачі сировини крізь РВ та на можливе погіршення якості отриманого фаршу (зменшення вологовмісту та погіршення структури сировини).

Метою роботи є: дослідження впливу конструктивного виконання різального вузла вовчків на гідравлічний опір рухові м'ясної сировини крізь нього.

Виклад основного матеріалу

Методика експериментальних досліджень ГО РВ вовчків полягала у наступному. Використовувався лабораторний стенд, який складався з аналізатора текстури марки „TA.HDplus STABLE MICRO SYSTEMS” та спеціального пристрою, встановленого у робочих захватах аналізатора. Основною складовою частиною пристрою є робоча камера (рис. 1), яка складається з циліндра 1, поршня 2 і стакана 3, всередині якого встановлюється набір решіток 4, які розділені проміжними кільцями 5.

Види застосовуваних решіток показані на рисунку 2. Конструктивні та геометричні параметри робочої камери, різні поєднання яких використовувались при дослідженні ГО, наведені в таблиці 1.

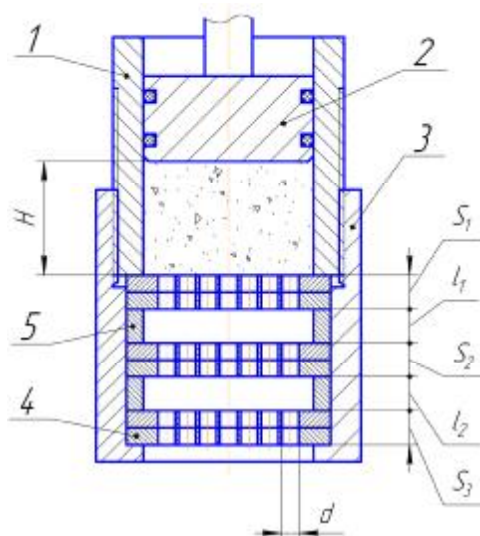


Рис. 1 – Схема робочої камери пристрою для вимірювання ГО РВ вовчків:
1 – циліндр; 2 – поршень; 3 – стакан; 4 – решітка; 5 – проміжне кільце.

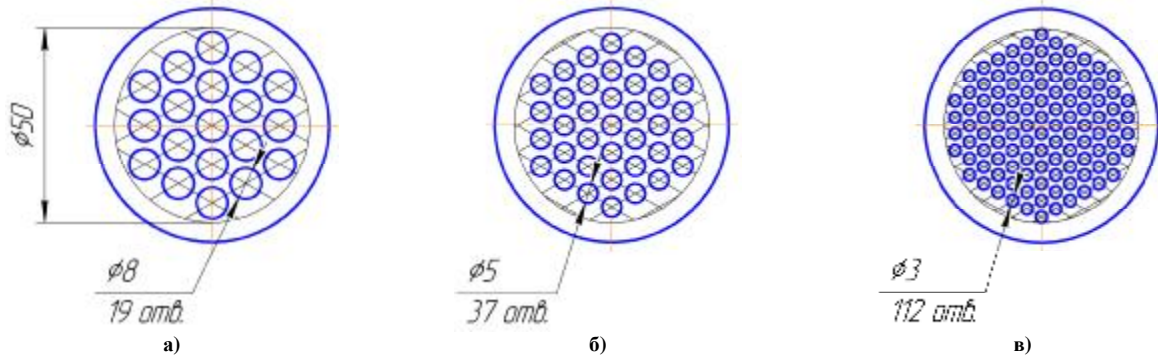


Рис. 2. Види решіток з різним коефіцієнтом перфорації ϕ : а) - $\phi=0,49$; б) - $\phi=0,37$; в) - $\phi=0,40$.

Вимірювання величини ГО проводилось наступним чином: попередньо подрібнена ($20 \times 20 \times 20$ мм) м'ясна сировина (яловичина знежилена I-го гатунку або свинина нежирна) завантажувалась у циліндр 1, який потім закривався поршнем 2, при увімкненні приводу аналізатору текстур поршень рухався униз, протискаючи при цьому м'ясний шрот крізь набір решіток; величини зусилля, необхідного для продавлювання сировини крізь отвори, та відповідне переміщення поршня (абсолютна деформація м'ясної сировини) фіксувались системою керування аналізатора та виводились на його дисплей.

Отримані результати представлені у вигляді наступних графічних залежностей (рис. 3 – 15).

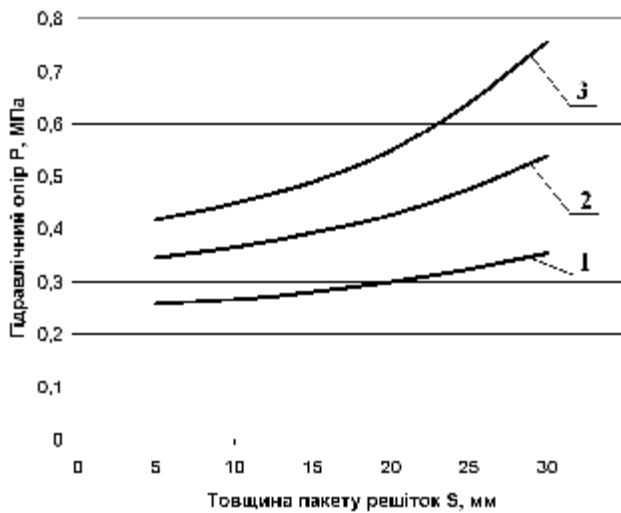


Рис. 3. Залежність гідравлічного опору P від товщини пакету решіток S (для яловичини) при діаметрах отворів: 1 - $d=8$ мм; 2 - $d=5$ мм; 3 - $d=3$ мм

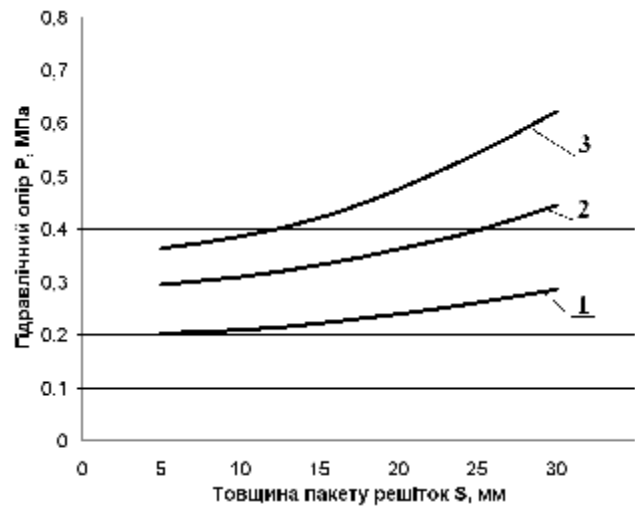


Рис. 4. Залежність гідравлічного опору P від товщини пакету решіток S (для свинини) при діаметрах отворів: 1 - $d=8$ мм; 2 - $d=5$ мм; 3 - $d=3$ мм

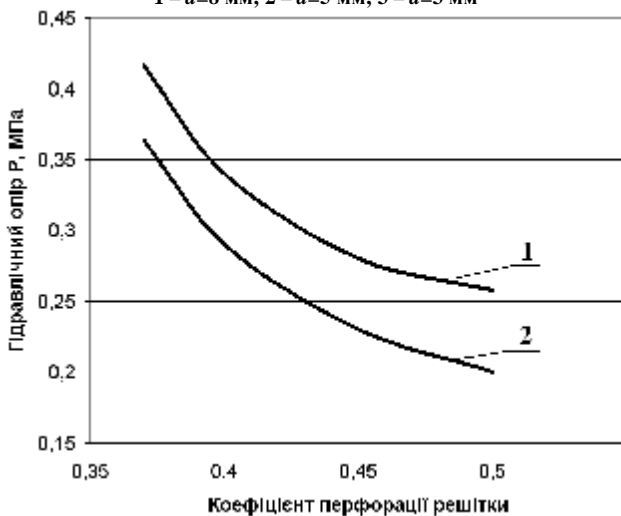


Рис. 5. Залежність гідравлічного опору P від коефіцієнту перфорації решіток ϕ при діаметрі отворів решіток $d=3$ мм: 1 - для яловичини; 2 - для свинини

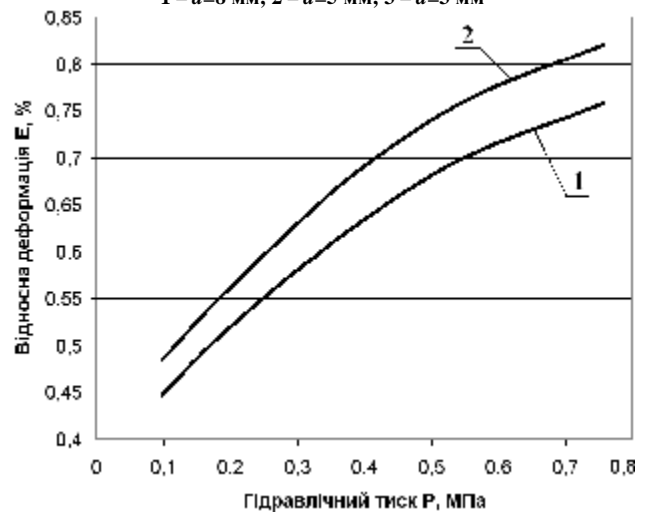


Рис. 6. Залежність відносної деформації ϵ від гідравлічного опору P : 1 - для яловичини; 2 - для свинини

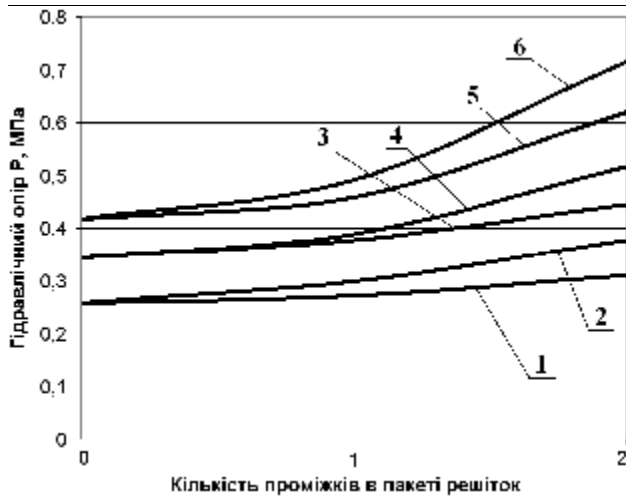


Рис. 7. Залежність гідравлічного опору P (для яловичини) від кількості проміжків між решітками при $S_1=S_2=S_3=5$ мм: 1 – $l_1=5$ мм, $d=8$ мм; 2 – $l_2=10$ мм, $d=8$ мм; 3 – $l_1=5$ мм, $d=5$ мм; 4 – $l_2=10$ мм, $d=5$ мм; 5 – $l_1=5$ мм, $d=3$ мм; 6 – $l_2=10$ мм, $d=3$ мм;

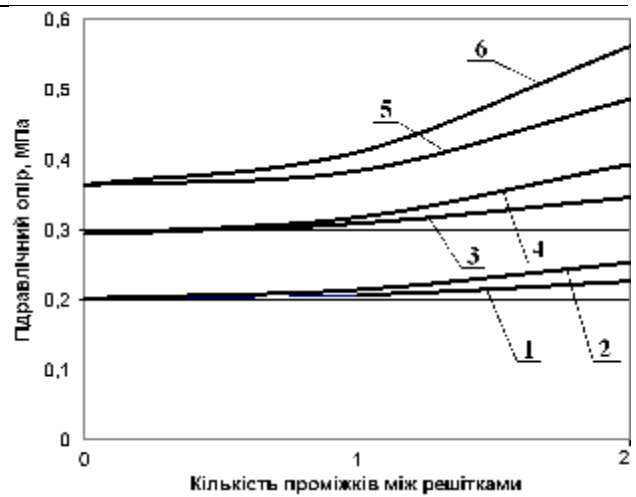


Рис. 8. Залежність гідравлічного опору P (для свинини) від кількості проміжків між решітками при $S_1=S_2=S_3=5$ мм: 1 – $l_1=5$ мм, $d=8$ мм; 2 – $l_2=10$ мм, $d=8$ мм; 3 – $l_1=5$ мм, $d=5$ мм; 4 – $l_2=10$ мм, $d=5$ мм; 5 – $l_1=5$ мм, $d=3$ мм; 6 – $l_2=10$ мм, $d=3$ мм;

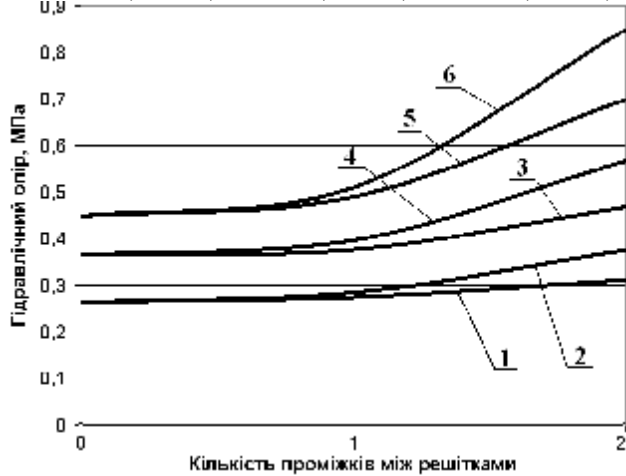


Рис. 9. Залежність гідравлічного опору P (для яловичини) від кількості проміжків між решітками при $S_1=S_2=S_3=10$ мм: 1 – $l_1=5$ мм, $d=8$ мм; 2 – $l_2=10$ мм, $d=8$ мм; 3 – $l_1=5$ мм, $d=5$ мм; 4 – $l_2=10$ мм, $d=5$ мм; 5 – $l_1=5$ мм, $d=3$ мм; 6 – $l_2=10$ мм, $d=3$ мм;

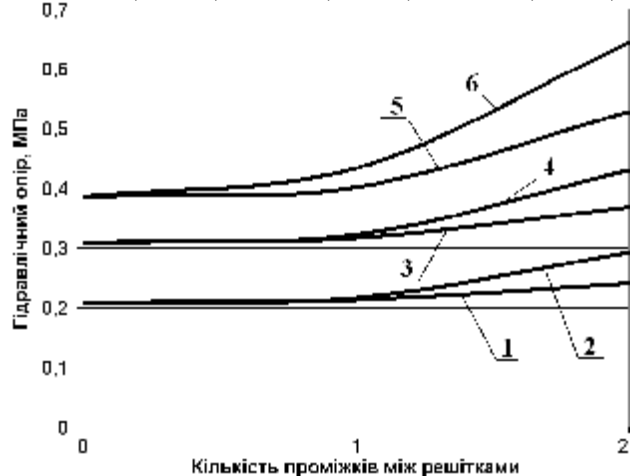


Рис. 10. Залежність гідравлічного опору P (для свинини) від кількості проміжків між решітками при $S_1=S_2=S_3=10$ мм: 1 – $l_1=5$ мм, $d=8$ мм; 2 – $l_2=10$ мм, $d=8$ мм; 3 – $l_1=5$ мм, $d=5$ мм; 4 – $l_2=10$ мм, $d=5$ мм; 5 – $l_1=5$ мм, $d=3$ мм; 6 – $l_2=10$ мм, $d=3$ мм;

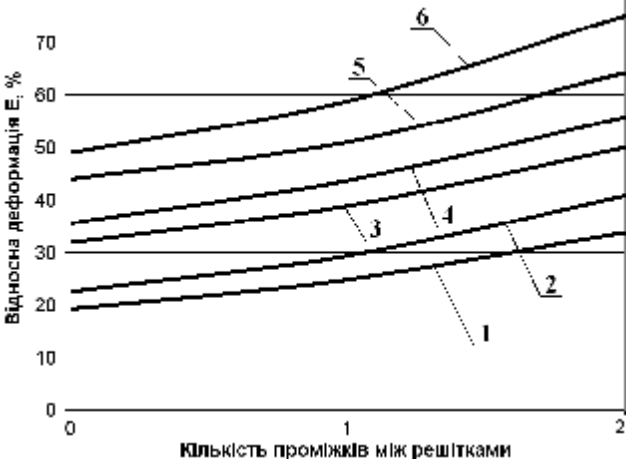


Рис. 11. Залежність відносної деформації ε від кількості проміжків між решітками при $S_1=S_2=S_3=5$ мм та $l_1=l_2=10$ мм: 1 – $d=8$ мм (яловичина); 2 – $d=8$ мм (свинина); 3 – $d=5$ мм (яловичина); 4 – $d=5$ мм (свинина); 5 – $d=3$ мм (яловичина); 6 – $d=3$ мм (свинина).

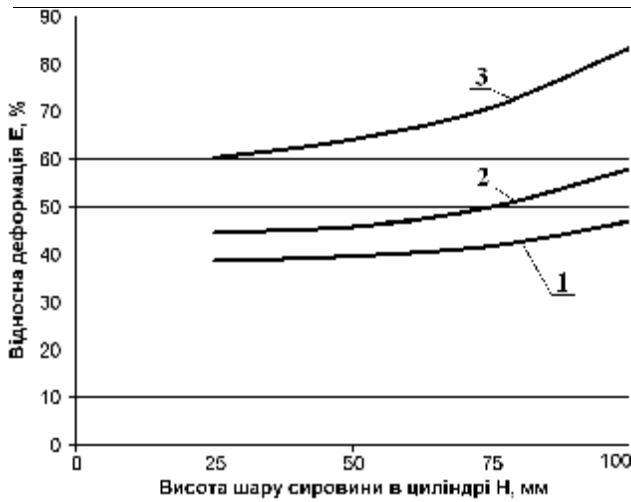


Рис. 12. Залежність відносної деформації ε (для яловичини) від висоти шару сировини в циліндрі H при $S_1 = 30$ мм: 1 – $d=8$ мм; 2 – $d=5$ мм; 3 – $d=3$ мм.

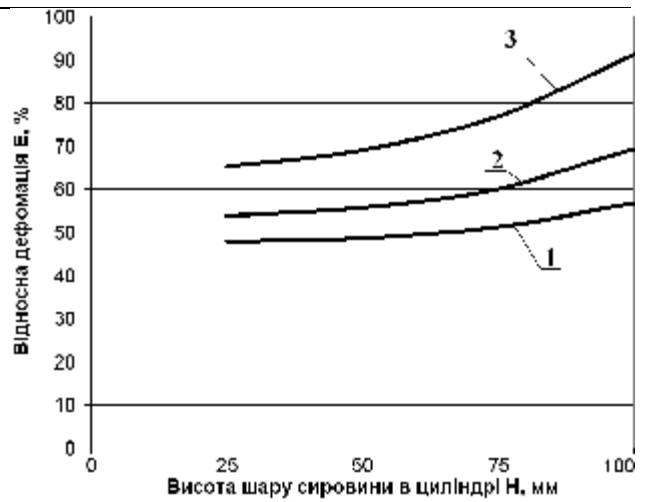


Рис. 13. Залежність відносної деформації ε (для свинини) від висоти шару сировини в циліндрі H при $S_1 = 30$ мм: 1 – $d=8$ мм; 2 – $d=5$ мм; 3 – $d=3$ мм.

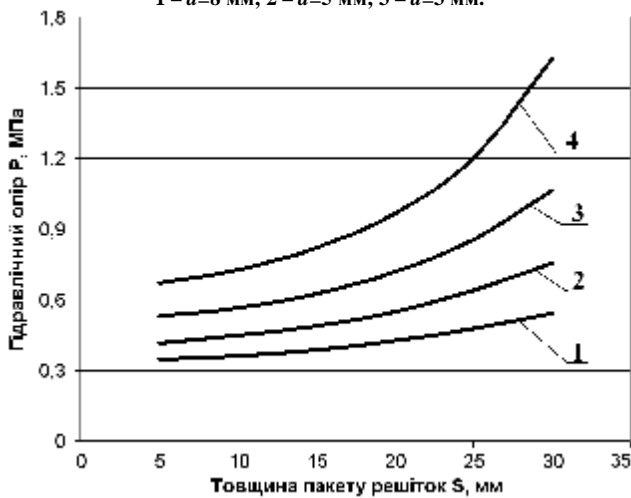


Рис. 14. Залежність гідравлічного опору P (для яловичини) від товщини пакету решіток S при $d=3$ мм та при різних швидкостях продавлювання сировини: 1 – $v=0,01$ м/с; 2 – $v=0,03$ м/с; 3 – $v=0,05$ м/с; 4 – $v=0,7$ м/с.

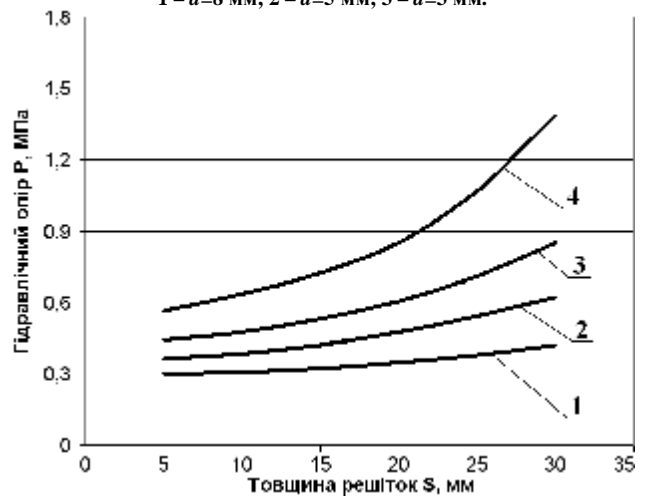


Рис. 15. Залежність гідравлічного опору P (для свинини) від товщини пакету решіток S при $d=3$ мм та при різних швидкостях продавлювання сировини: 1 – $v=0,01$ м/с; 2 – $v=0,03$ м/с; 3 – $v=0,05$ м/с; 4 – $v=0,7$ м/с.

Таблиця 1

Конструктивні та геометричні параметри робочої камери при визначенні ГО РВ вовчків

Висота шару сировини в циліндрі H , мм	Решітки з отворами діаметром d , мм	Геометричні параметри набору решіток				
		S_1 , мм	l_1 , мм	S_2 , мм	l_2 , мм	S_3 , мм
25; 50; 75; 100	8; 5; 3	5; 10; 15; 20; 25; 30	5; 10; 15; 20	5; 10	5; 10	5; 10

Висновки

Досліджено вплив конструктивного виконання різального вузла вовчків на гідравлічний опір рухові м'ясної сировини крізь нього. Встановлено, що залежність ГО від товщини решітки носить експоненціальний характер, який найбільш яскраво виражений для отворів малих діаметрів. Наявність відстаней поміж окремими пакетами решіток призводить до підвищення загального ГО, причому більшим відстаням відповідає більш істотне збільшення ГО. Поряд зі збільшенням ГО при наявності відстаней поміж решітками підвищуються значення відносної деформації сировини, при якій починається процес продавлювання. Залежність деформації від прикладеного тиску вказує на те, що м'ясна сировина в парному стані добре піддається стисканню. При збільшенні товщини шару сировини в циліндрі істотно збільшується ГО пакету решіток та одночасно з цим збільшується відносна деформація сировини, при якій починається процес продавлювання. Підвищення швидкості продавлювання чинить суттєвий вплив на величину ГО, значення якого прогресивно збільшується.

Отримані результати дозволяють прогнозувати необхідну потужність фаршевого насосу, який подає сировину до РВ вовчка та дозволяють пояснити подачу сировини шнеком вовчка в межах певного сектору (див. вище). Можна визначити, що при виборі типу фаршевого насосу вовчка необхідно віддавати перевагу тому, в якому буде забезпечено найменшу відстань від нагнітального елемента до різального вузла. Таке

виконання фаршевого насосу дозволить зменшити енерговитрати на процес продавлювання та покращити якість продукту, не піддаючи сировину надмірному стисканню.

Література

1. Некоз О. І. Дослідження інтенсивності зношування лез ножа вовчка / О. І. Некоз, Н. В. Філімонова, С. О. Філімонов, О. В. Батраченко, А. В. Хом'як // Вісник Черкаського державного технологічного університету. – 2013. – №2. – С. 128-135.
2. Пат. 88056 Україна, МПК В02С18/30 Вовчок універсальний / Некоз О. І., Осипенко В. І., Філімонова Н. В., Батраченко О. В., Хом'як А. В.; заявник та власник патенту Батраченко Олександр Вікторович; заявл. 21.10.2013 ; опубл. 25.02.2014, Бюл. 2014, № 4.
3. Промисловий каталог фірми Maschinenfabrik Dornhan GmbH [Електронний ресурс]. – Німеччина, 2015. – Режим доступу: <http://www.mado.de.htm>.
4. Пелеев А. И. Определение давления истечения мяса через решетки от диаметра решетки, скорости истечения и степени деформации / А. И. Пелеев, С. А. Пелеева // Мясная индустрия СССР. – 1973. – №6. – С. 31-32.
5. Бражников А. М. Истечение измельченного говяжьего сырья через фильтрные решетки / А. М. Бражников, А. В. Горбатов // Мясная индустрия СССР. – 1986. – №3. – С. 27-30.
6. Горяев В. В. Совершенствование конструкций и методики расчета режущего механизма волчков: автореф. дисс. на соиск. научной степени кандидата технических наук / В. В. Горяев. – Москва, 1989. – 16 с.
7. Максимов Д. А. Разработка адаптированного гибкого подающего рабочего органа в волчках: автореф. дисс. на соиск. научной степени кандидата технических наук / Д. А. Максимов. – Москва, 2008. – 21 с.
8. Бубыренко В. К. Исследование волчков с целью повышения их эффективности и долговечности рабочих органов: автореф. дисс. на соиск. научной степени кандидата технических наук / В. К. Бубыренко. – Москва, 1977. – 24 с.
9. W. Schnackel, J. Krickmeier, W. Pongjanyanukul, Dmitrinka Schnackel, I. Micklisch, Oliver Haack, „Untersuchungen zur optimierung des wolfprozesses“, *Fleischwirtschaft*, №3, 2012 pp. 148-153.
10. Батраченко О. В. Підвищення ефективності роботи та довговічності м'ясорізальних машин: дис.... кандидата техн. наук: 05.18.12 / Батраченко Олександр Вікторович. – Вінниця, 2014. – 284 с.

References

1. Nekoz O. I., Filimonova N.V., Filimonov S.O., Batrachenko O. V., Khomiak A. V. Doslidzhennia intensyvnosti znoshuvannia lez nozha vovchka, *Visnyk Cherkaskoho derzhavnogo tekhnolohichnogo universytetu*, 2013, No 2, pp. 128-135.
2. Pat. 88056 Ukraina, MPK V02S18/30 Vovchok universalnyi, Nekoz O. I., Osypenko V. I., Filimonova N. V., Batrachenko O. V., Khomiak A. V. Zaiavl. 21.10.2013, Opubl. 25.02.2014, Biul. 2014, pp. 4.
3. Maschinenfabrik Dornhan GmbH. <http://www.mado.de/>.
4. Peleev A. Y., Peleeva S. A. Opredelenye davleniya ystecheniya miasa cherez reshetky ot dyametra reshetky, skorosty ystecheniya y stepeny deformatsyy, *Miasnaia yndustryia SSSR*, 1973, No 6, pp. 31-32.
5. Brazhnykov A. M., Horbatov A. V. Ystecheniye yzmelchennoho hoviazheho sy`ria cherez fylerny`e reshetky, *Miasnaia yndustryia SSSR*, 1986, No 3, pp. 27-30.
6. Horiaev V. V. Sovershenstvovanye konstruktsey y metodyky rascheta rezhushcheho mekhanyzma volchkov: avtoref. dyss. na soysk. nauchnoi stepeny kandydata tekhnicheskyykh nauk, Moskva, 1989, pp.16.
7. Maksymov D. A. Razrabotka adaptirovannoho hybkoho podaiushcheho rabocheho orhana v volchkakh: avtoref. dyss. na soysk. nauchnoi stepeny kandydata tekhnicheskyykh nauk, Moskva, 2008, pp. 21.
8. Buby`renko V. K. Yssledovanye volchkov s tseliu povysheniya ykh e`ffektyvnosty y dolhovechnosty rabochykh orhanov: avtoref. dyss. na soysk. nauchnoi stepeny kandydata tekhnicheskyykh nauk, Moskva, 1977, pp. 24.
9. Schnackel W., Krickmeier J., Pongjanyanukul W., Schnackel D., Micklisch I., Haack O. Untersuchungen zur optimierung des wolfprozesses, *Fleischwirtschaft*, 2012, No3, pp. 148-153.
10. Batrachenko O. V. Pidvyshchennia efektyvnosti roboty ta dovhovichnosti miasorizalnykh mashyn: dys.... kandydata tekhn. nauk, 05.18.12, Vinnysia, 2014, pp. 284.

Рецензія/Peer review : 10.5.2015 р.

Надрукована/Printed : 15.5.2015 р.
Рецензент: к. т. н., доцент Л. М. Мізнік